Fasciola hepatica : sensibilité des *Galba truncatula* du nord-est algérien à l'infestation expérimentale avec des miracidiums sympatriques

A. MEKROUD[1], A. TITI[2], A. BENAKHLA[3], P. VIGNOLES[4] et D. RONDELAUD[4]*

[1] *Département des Sciences Vétérinaires, Faculté des Sciences, Université de Constantine, 25000 Constantine, Algérie*

[2] *Inspecteur vétérinaire, commune d'El Khroub, 25000 Constantine, Algérie*

[3] *Institut des Sciences Vétérinaires, Centre Universitaire d'El Tarf, 36000 El Tarf, Algérie*

[4] *UPRES EA n° 3174 / USC INRA, Facultés de Pharmacie et de Médecine, 87025 Limoges, France*

* *Correspondance : Tél. : 33-555-435833. Fax : 33-555-435893. E-mail : daniel.rondelaud@unilim.fr*

RÉSUMÉ

Des *Galba truncatula* du nord-est algérien, appartenant à six populations, ont été soumises à des infestations expérimentales en 2003 et 2005 avec *Fasciola hepatica* afin de déterminer si l'origine géographique des mollusques et celle de l'hôte définitif, d'où proviennent les œufs du parasite, ont une influence sur les caractéristiques de l'infestation chez l'hôte intermédiaire. Les mollusques proviennent de régions différant par leur climat (semi-aride à Constantine, et humide à Jijel et Skikda) alors que les miracidiums proviennent d'œufs récoltés chez des bovins ou des ovins. A l'exception des groupes de Constantine en 2005, la prévalence de l'infestation dans les six autres lots est élevée (70,0 à 83,3 %) et ne présente pas de variation significative. Le nombre moyen de métacercaires par mollusque avec émission fluctue de 139,3 à 184,7. L'origine géographique des limnées et celle de l'hôte définitif, d'où proviennent les œufs de *F. hepatica*, n'ont pas d'influence significative sur ce dernier paramètre. Ces résultats soulignent l'ancienneté des relations existant entre le mollusque et son parasite dans les régions étudiées. A l'inverse de ce qui existe chez les colonies françaises de *G. truncatula*, l'infestation fasciolienne des limnées locales ne semble pas varier en fonction des différentes populations étudiées.

Mots clés : *Fasciola hepatica*, *Galba truncatula*, Algérie, bovins, infestations expérimentales, miracidiums, ovins

ABSTRACT

***Fasciola hepatica* : the susceptibility of north-eastern Algerian *Galba truncatula* to experimental infections with sympatric miracidia**

Experimental infections of north-eastern Algerian *Galba truncatula* with *Fasciola hepatica* were carried out in 2003 and 2005 to verify if the geographic origin of snail populations and the species of the definitive host from which parasite eggs are collected might have an influence on the characteristics of snail infections. Six populations of *G. truncatula*, living in regions differing by their climate (semiarid at Constantine, and wet at Jijel and Skikda), were subjected to these infections, whereas miracidia came from eggs collected in cattle or sheep. Apart from the snail groups of Constantine in 2005, the prevalence of snail infections in the other six groups was high (from 70.0% to 83.3%) and showed insignificant variations. The mean number of metacercariae per cercaria-shedding snail ranged from 139.3 to 184.7. The geographic origin of snails and the species of the definitive host did not have significant effects on this last parameter. These results demonstrate how old are the relationships between the snail and its parasite in the regions studied. Contrary to interpopulation variability which existed for *F. hepatica* infections in French *G. truncatula*, this process did not seem to occur in Algerian snails when experimental infections with *F. hepatica* are performed.

Mots clés : *Fasciola hepatica*, *Galba truncatula*, Algeria, cattle, experimental infections, miracidia, sheep

Introduction

La distomatose à *Fasciola hepatica* est l'une des parasitoses majeures dans le nord-est de l'Algérie. Si l'on considère la région littorale de Jijel, la prévalence moyenne de l'infestation naturelle entre 1994 et 1996 est de 27 % chez les bovins et de 18,2 % chez les ovins à l'abattoir local. Le diagnostic sérologique effectué sur 12 troupeaux de la même région entre 1999 et 2001 fournit des chiffres identiques : 26,7 % et 23,5 % par ordre respectif [16]. Les chiffres sont cependant moins élevés à l'intérieur du pays, avec des taux moyens d'infestation compris entre 6,3 et 9,1 % chez les bovins dans la région de Constantine [16].

Le suivi parasitologique du mollusque hôte, *Galba truncatula*, dans la région de Jijel en 2002-2003 montre que les taux d'infestation par *F. hepatica* sont assez élevés : 4,6 à 5,9 % en moyenne, avec un maximum de 13,4 % dans l'une des populations étudiées en février 2003 [16]. Ces prévalences s'inscrivent dans la gamme des valeurs que ABROUS *et al.* [1, 2], MAGE *et al.* [14] ont obtenues dans les pâtures du Limousin (France centrale). Mais l'examen de la littérature montre qu'elles sont nettement plus élevées que les pourcentages rapportés par OLLERENSHAW [17, 18] en Grande-Bretagne (moins de 2 %) ou par GHAMIZI [9], KHALLAAYOUNE et EL HARI [12], KHALLAAYOUNE *et al.* [13] pour le Maroc (0,17 à 2,9 %). Devant cet état de fait, la question se pose de savoir si l'infestation naturelle de la limnée par *F. hepatica* dans la région de Jijel est un phénomène ancien, avec une adaptation complète du mollusque au parasite, ou s'il s'agit d'un processus plus récent, avec une disparité existant encore dans les relations entre les deux

partenaires. La réponse à cette question ne peut se faire qu'en procédant à des infestations expérimentales de *G. truncatula* par *F. hepatica*. Pour cela, il faut faire varier l'origine géographique des limnées (Constantine, ou Jijel) et celle de l'hôte définitif (bovins, ou ovins) d'où proviennent les œufs de *F. hepatica*. Deux expériences (l'une en 2003, l'autre en 2005) ont donc été réalisées dans ce but..

Matériel et méthodes

Six populations de *G. truncatula* ont été utilisées pour la présente étude. Les trois premières vivent sur des terrains calcaires, situés dans la commune d'El Khroub (région de Constantine) à 750 m d'altitude. Elles sont soumises à un climat semi-aride (pluviométrie moyenne, 373 mm/an). A l'inverse, les deux colonies de Collo et celle de Kaous (régions rattachées respectivement aux wilayas de Skikda et de Jijel) se trouvent dans une zone littorale ne dépassant pas 60 m en altitude. Situées sur des sols siliceux, ces trois populations sont assujetties à des conditions climatiques plus humides (pluviométrie à Jijel, 632 mm/an). Des mollusques hauts de 4 mm ont été récoltés en février 2003 (première expérience) et en avril 2005 (deuxième expérience). Le nombre des populations concernées par chaque expérience et celui des individus prélevés sont indiqués sur le tableau I. Nous nous sommes assuré au préalable que les limnées de ces populations n'hébergeaient pas de formes larvaires de Digènes (dissection de 20 limnées adultes par population au laboratoire). Les œufs de *F. hepatica* ont été récoltés à l'abattoir de Jijel à partir de vésicules biliaires d'ovins ou de bovins fortement parasités. Ils ont été mis en incubation pendant 15 jours à 25° C dans l'obscurité totale [18].

Trois groupes de *G. truncatula* ont été constitués parmi les mollusques récoltés pour chaque expérience et chaque région géographique. Le premier sert de témoin (limnées non infestées) et comprend 30 ou 34 mollusques (Tableau I). Les mollusques du second lot (groupe ovin) ont été exposés individuellement pendant 4 h à deux miracidiums de *F. hepatica*, issus d'œufs récoltés chez les moutons. Le même protocole a été utilisé pour les limnées du troisième lot mais les miracidiums, dans ce cas, proviennent d'œufs prélevés chez des bovins (groupe bovin). Les limnées sont alors placées dans des bacs d'élevage (40 x 25 cm ; hauteur, 15 cm) jusqu'au 35ème jour (première expérience) ou jusqu'au 30^{e} jour (deuxième expérience) post-exposition (p.e.). La méthode utilisée pour l'élevage est celle préconisée par ABROUS *et al.* [3]. De la salade romaine, dégradée après un séjour de 5 jours dans de l'eau de source, est fournie en suffisance. Les bacs sont placés dans une salle soumise aux conditions suivantes : température variant chaque jour de 15° à 20° C, photopériode naturelle. Au 30ème ou au 35^{e} jour p.e., chaque limnée est isolée dans une boîte de Pétri de 35 mm de diamètre avec un peu d'eau et un fragment de salade dégradée. Les boîtes sont placées dans les mêmes conditions que les bacs d'élevage. Elles sont inspectées quotidiennement afin de changer l'eau et de décompter les métacercaires. Cette surveillance se poursuit jusqu'à la mort des mollusques.

Les paramètres étudiés sont *i)* le taux de survie de *G. truncatula* au 35^{e} jour (première expérience) ou au 30ème jour p.e. (deuxième expérience), *ii)* la prévalence de l'infestation fasciolienne (établie par le rapport entre le nombre de mollusques qui émettent des cercaires et l'effectif des survivants au 30^{e} ou au 35^{e} jour), *iii)* l'intervalle de temps entre l'exposition et la première émission cercarienne (période prépatente), *iv)* la durée de la période des émissions (période patente), *v)* le nombre total de cercaires par mollusque avec émission, et *vi)* le nombre de cercaires émises pour chaque jour de la période patente. Les résultats obtenus pour les deux populations de Collo (deuxième expérience) ont été regroupés en raison de l'absence de différence significative entre les moyennes de chaque paramètre pris isolément. Le même protocole a été utilisé pour les deux autres colonies d'El Khroub 2.

Les valeurs individuelles relevées pour les paramètres *iii*, *iv* et *v* ont été ramenées à des moyennes, encadrées de leurs écarts types, en tenant compte du groupe des mollusques. Les résultats ont été soumis à un test χ^2 (survie, prévalence) et à une analyse de variance à trois facteurs (paramètres *iii*, *iv* et *v*) pour déterminer les niveaux de signification statistique [20]. Les valeurs du paramètre *vi*, relevées pour chaque lot de mollusques infestés, ont été soumises à un test d'autocorrélation [6] afin de déterminer s'il existe une périodicité de type infradien [4] dans la dynamique des émissions cercariennes de *F. hepatica.*

Résultats

CARACTÉRISTIQUES DE L'INFESTATION FASCIOLIENNE CHEZ *G. TRUNCATULA*

En 2003, la survie des témoins au 35^{e} jour p.e. est de 90,0 % pour la population de Kaous et de 86,6 % pour celle d'El Khroub 1. Dans le cas de la deuxième expérience (2005), les pourcentages au 30^{e} jour sont de 91,1 % chez les mollusques de Collo et de 91,1 % chez ceux d'El Khroub 2 (résultats non présentés). L'emploi du test χ^2 ne montre pas de différence significative entre ces pourcentages, quel que soit le mode de comparaison.

Les autres résultats sont fournis sur les tableaux II et III. Dans les quatre lots de 2003, la survie des limnées au 35^{e} jour se distribue de 70 à 83,3 % et ne présente pas de différence significative. En 2005, les pourcentages au 30^{e} jour sont nettement plus élevés (groupes bovins : $\chi^2 = 5,99$; $P < 0,1$ % ; lots ovins : $\chi^2 = 5,99$; $P < 0,1$ %) chez les limnées de Colloque chez celles d'El Khroub 2. Par contre, pour chaque région géographique, il n'y a pas de différence nette entre la survie du groupe bovin et celle du lot ovin. La prévalence de l'infestation fasciolienne en 2003 varie de 56 à 77,2 % et ne présente pas de différence significative. En 2005, la prévalence du lot bovin est significativement plus faible ($\chi^2 = 4,38$; $P < 5$ %) chez les limnées d'EL Khroub 2 alors qu'il n'y a pas de différence nette entre les pourcentages des groupes ovins. Si l'on effectue les comparaisons entre les résultats des deux tableaux pour chaque groupe pris isolément, les résultats obtenus pour chaque paramètre ne montrent pas de différence significative.

Année	Origine géographique de *G. truncatula* (région)	Nombre de Populations	Nombre total d'individus	
			Témoins	Exposés aux miracidiums
2003	Kaous (Jijel)	1	30	60
	El Khroub 1 (Constantine)	1	30	60
2005	Collo (Skikda)	2	34	195
	El Khroub 2 (Constantine)	2	34	195

TABLEAU I.- L'origine géographique des populations de *G. truncatula* concernées par les deux expériences et le nombre d'individus au départ.

Paramètres	Limnées de Kaous (région de Jijel)		Limnées d'El Khroub 1 (région de Constantine)	
	Lot bovin	Lot ovin	Lot bovin	Lot ovin
Nombre de limnées au départ	30	30	30	30
Nombre de survivants au 35^{e} jour p.e. (taux en %)	21 (70,0)	25 (83,3)	23 (76,6)	22 (73,3)
Nombre d'individus avec émission (prévalence en %)	16 (76,1)	14 (56,0)	13 (56,5)	17 (77,2)
Période prépatente (jours) *	48,4 ± 3,6	48,9 ± 3,4	53,8 ± 3,7	54,5 ± 3,5
Période patente (jours) *	19,6 ± 5,2	20,8 ± 4,2	14,8 ± 3,2	16,2 ± 3,3
Nombre de métacercaires *	153,2 ± 42,1	149,4 ± 37,7	179,7 ± 30,1	184,7 ± 29,0

TABLEAU II.- Les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez quatre groupes de limnées en 2003. *, moyennes ± écarts types.

Paramètres	Limnées de Collo (région de Skikda)		Limnées d'El Khroub 2 (région de Constantine)	
	Lot bovin	Lot ovin	Lot bovin	Lot ovin
Nombre de limnées au départ	99	96	96	99
Nombre de survivants au 30^{e} jour p.e. (taux en %)	78 (78,7)	78 (81,2)	57 (59,3)	60 (60,6)
Nombre d'individus avec émission (prévalence en %)	51 (65,3)	51 (65,3)	27 (47,3)	33 (55,0)
Période prépatente (jours) *	42,1 ± 2,7	42,5 ± 3,4	40,8 ± 4,1	40,0 ± 3,5
Période patente (jours) *	14,1 ± 3,0	17,7 ± 3,9	17,6 ± 4,2	15,9 ± 3,2
Nombre de métacercaires *	139,3 ± 41,6	147,0 ± 35,2	174,6 ± 40,6	147,8 ± 39,3

TABLEAU III.- Les caractéristiques de l'infestation fasciolienne chez quatre groupes de limnées en 2005. *, moyenne ± écart type.

La durée de la période prépatente est significativement plus élevée (F = 8,17 ; P < 0,1 %) chez les limnées parasitées en 2003 que chez celles infestées en 2005. Par contre, la population du mollusque et l'origine de l'hôte définitif n'ont pas d'effets nets sur ce paramètre. La durée moyenne de la période patente se distribue entre 14,1 et 20,8 jours tandis que le nombre moyen de métacercaires recensées varie de 139,3 à 184,7 selon les groupes. L'analyse de variance ne montre pas d'effets significatifs pour les trois facteurs étudiés, quel que soit le paramètre considéré.

DYNAMIQUE DES ÉMISSIONS CERCARIENNES AU COURS DE LA PÉRIODE PATENTE

La distribution numérique des cercaires émises pour chaque jour de la période patente est précisée sur les figures 1 et 2 pour les huit groupes de mollusques avec émission.

L'examen des résultats de 2003 (Fig. 1) montre une répartition différente en fonction de l'origine géographique des mollusques. Dans les deux groupes de Kaous (Fig. 1a, b), la distribution des métacercaires est assez homogène dans le temps, aussi bien pour le groupe bovin que pour le lot bovin. Par contre, la diminution numérique de ces larves en fonction

du temps est nettement plus marquée chez les mollusques d'El Khroub 1 (Fig. 1c, d), quel que soit le lot de mollusques considéré.

A l'inverse de 2003, les quatre graphes de 2005 (Fig. 2) montrent la même évolution numérique des métacercaires au cours de la période patente. Dans les deux groupes de Collo (Fig . 2a, b), on observe un pic au 4^{e} jour de la période patente (Fig. 2a) ou au 5^{e} jour (Fig. 2b), suivie d'une diminution progressive des valeurs jusqu'à la fin de la période patente. Le même phénomène s'observe dans les deux lots d'El Khroub 2, à l'exception des pics qui sont plus tardifs au 8^{e} jour (Fig. 2c) ou au 9^{e} (Fig. 2d).

La comparaison des moyennes relevées au premier jour de la période patente par l'analyse de variance ne montre pas de différence significative, quel que soit le facteur considéré. Il en est de même pour les valeurs relevées au 10^{e} jour. Le test d'autocorrélation n'a pas permis de monter l'existence d'un rythme de type infradien dans la distribution numérique de ces métacercaires au cours de la période patente.

Discussion

Si l'on fait exception de quelques différences significatives dans la survie des mollusques au 30^{e} jour p.e. et la durée de la période prépatente, les autres paramètres considérés au cours de la présente étude ne montrent pas de différences significatives entre les moyennes. Comme ces données proviennent de deux expériences réalisées en 2003 et 2005 en utilisant six populations différentes de *G. truncatula*, les résultats obtenus démontrent que les relations entre le mollusque et son parasite existent depuis de nombreuses années dans les régions considérées dans le nord-est algérien. Ce fait s'est traduit par l'établissement de relations normales entre les deux partenaires, à l'instar de ce que BORAY [5] indique dans son tableau sur la sensibilité des différentes espèces de limnées à *F. hepatica*. L'application d'un contrôle intégré de la fasciolose sur le terrain, comme cela a déjà été réalisé sur le territoire algérien [15], nécessite donc d'éliminer toutes les populations de limnées qui se trouvent dans les zones à contrôler. En effet, à l'inverse de la variabilité interpopulationelle qui existe chez les colonies françaises de *G. truncatula* par rapport à l'infestation par *F. hepatica* [19, 21], ce processus ne semblerait pas exister dans le nord-est algérien. Cette hypothèse s'appuie sur les métacercaires dénombrées dans les huit groupes de mollusques parasités car il n'y a pas de différence significative entre les moyennes alors que la population de *G. truncatula* et l'origine des miracidiums utilisés pour les deux expériences diffèrent.

Les survies de *G. truncatula* au 30^{e} ou au 35^{e} jour (de 59,3 à 83,3 % : tableaux II et III) sont nettement plus élevées que les taux (36,8 à 70 % au 30^{e} jour) rapportés par DREYFUSS *et al.* [8] chez diverses populations françaises de limnées lorsque celles-ci sont soumises à des infestations expérimentales dans les mêmes conditions. Cette différence souligne également la meilleure adaptation des limnées algériennes au parasitisme par *F. hepatica*. Par contre, les prévalences de l'infestation par *F. hepatica*, obtenues lors de la présente étude, s'inscrivent dans la gamme des valeurs (de 51,8 à 79,9 %) que les auteurs précités ont indiquées et n'appellent aucun commentaire particulier. La période prépatente plus longue

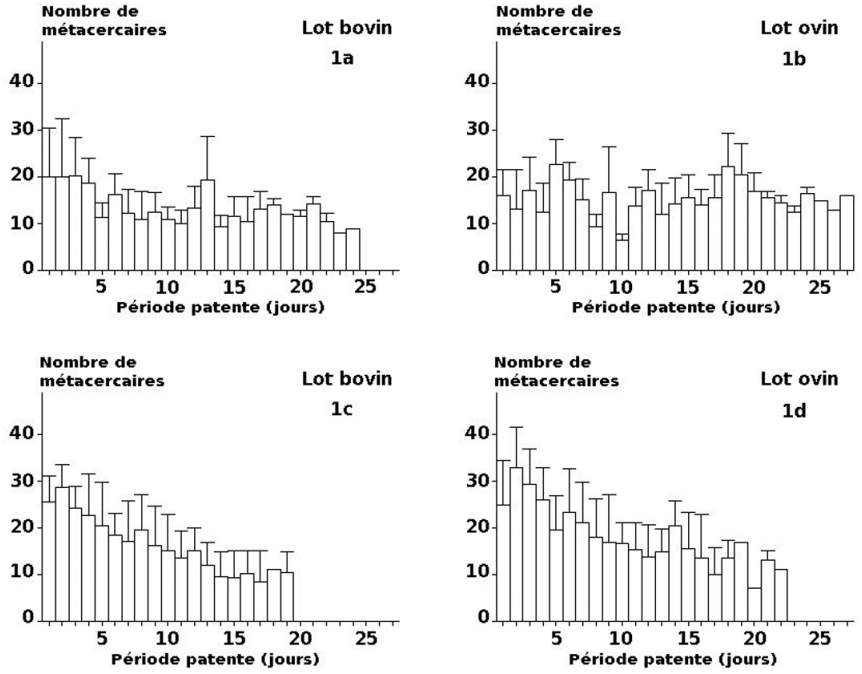

FIGURE 1.- Distribution numérique des métacercaires de *F. hepatica* (expérience de 2003) pour chaque jour de la période patente dans les deux groupes de mollusques provenant de Kaous (1a, b) et dans les deux lots d'El Khroub1 (1c, d). Les moyennes sont données avec les écarts types correspondants.

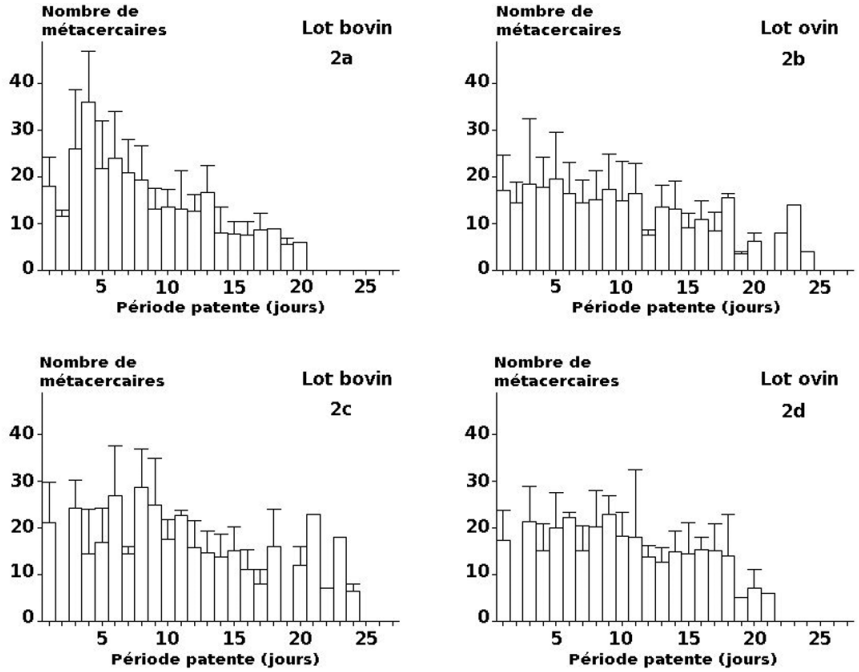

FIGURE 2.- Distribution numérique des métacercaires de *F. hepatica* (expérience de 2005) pour chaque jour de la période patente dans les deux groupes de mollusques provenant de Collo (2a, b) et dans les deux lots d'El Khroub2 (2c, d). Les moyennes sont données avec les écarts types correspondants.

chez les limnées parasitées en 2003 peut s'expliquer par les conditions environnementales et, en particulier, par la température moyenne de la salle d'élevage qui était, globalement, plus faible en février qu'en avril. En effet, il existe une relation directe entre la température du milieu et la durée de la période prépatente, cette dernière augmentant lorsque la température moyenne décroît [10, 11]. Par contre, la période patente ne présente pas de variation significative entre les groupes de mollusques et semble donc indépendante de la température du milieu.

La distribution numérique des métacercaires au cours de la période patente ne présente pas la même évolution en fonction des différentes populations de mollusques. Par contre, cette dernière se révèle identique pour les deux lots bovin et ovin réalisés avec chaque colonie de limnées. A notre connaissance, ce résultat n'a pas encore été rapporté dans la littérature et constitue un élément nouveau. Pour expliquer ce fait, l'hypothèse la plus valide est d'admettre que chaque population de *G. truncatula* serait capable d'agir sur la libération des cercaires, surtout lorsque les limnées de cette colonie sont parfaitement adaptées au parasite comme les mollusques de Constantine et de Jijel. Cette supposition s'appuie sur l'absence de rythme infradien dans cette étude, ce qui sous-entend une libération assez régulière de ces larves au cours de la période patente et l'absence de vagues d'émission [7].

Références bibliographiques

1. – ABROUS M., RONDELAUD D., DREYFUSS G., CABARET J. : Infection of *Lymnaea truncatula* and *Lymnaea glabra* by *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi* in farms of central France. *Vet. Res.*, 1999, **30**, 113-118.
2. – ABROUS M., RONDELAUD D., DREYFUSS G. : A field study of natural infections in three freshwater snails with *Fasciola hepatica* and/or *Paramphistomum daubneyi* in central France. *J. Helminthol.*, 2000, **74**, 189-194.
3. – ABROUS M., ROUMIEUX L., DREYFUSS G., RONDELAUD D., MAGE C. : Proposition d'une technique simple pour la production métacercarienne de *Fasciola hepatica* Linné à partir du mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. *Revue Méd Vét.*, 1998, **149**, 943-948.
4. – AUDOUSSET J.C., RONDELAUD D., DREYFUSS G., VAREILLE-MOREL C. : Les émissions cercariennes de *Fasciola hepatica* L. chez le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. A propos de quelques observations chronobiologiques. *Bull. Soc. Fr. Parasitol.*, 1989, **7**, 217-224.
5. – BORAY J.C. : The potential impact of exotic *Lymnaea* spp. on fascioliasis in Australasia. *Vet. Parasitol.*, 1978, **4**, 127-141.
6. – BROOM D.M. : Methods of detecting and analysing activity rhythms. *Biol. Behav.*, 1979, **1**, 3-18.
7. – DREYFUSS G., RONDELAUD D. : *Fasciola hepatica* : a study on the shedding of cercariae from *Lymnaea truncatula* raised under constant conditions of temperature and photoperiod. *Parasite*, 1994, **1**, 401-404.
8. – DREYFUSS G., ALARION N., VIGNOLES P., RONDELAUD D. : A retrospective study on the metacercarial production of *Fasciola hepatica* from experimentally infected *Galba truncatula* in central France. *Parasitol. Res.*, 2006, **98**, 162-166.
9. – GHAMIZI M. : Les Mollusques des eaux continentales du Maroc : systématique et bioécologie, 560 pages, Thèse Doct. Sci. Nat., Marrakech, 1998.
10. – GOLD D., GOLDBERG M. : Temperature effect on susceptibility of four species of *Lymnaea* snails to infection with *Fasciola hepatica* (Trematoda). *Isr. J. Zool.*, 1979, **28**, 193-198.
11. – KENDALL S.B. : The life-history of *Limnaea truncatula* under laboratory conditions. *J. Helminthol.*, 1953, **27**, 17-28.
12. – KHALLAAYOUNE K., EL HARI M. : Variations saisonnières de l'infestation par *Fasciola hepatica* chez la chèvre dans la région du Haouz (Maroc). *Ann. Rech. Vét.*, 1991, **22**, 219-226.
13. – KHALLAAYOUNE K.H., STROMBERG B.E., DAKKAK A., MALONE J.B. : Seasonal dynamics of *Fasciola hepatica* burdens in grazing Timahdit sheep in Morocco. *Int. J. Parasitol.*, 1991, **21**, 307-314.
14. – MAGE C., BOURGNE H., TOULLIEU J.M., RONDELAUD D., DREYFUSS G. : *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi*: changes in prevalences of natural infections in cattle and in *Lymnaea truncatula* from central France over the past 12 years. *Vet. Res.*, 2002, **33**, 439-447.
15. – MEKROUD A. : Contribution à l'étude de la distomatose à *Fasciola hepatica* Linnaeus 1758, dans le nord-est algérien. Recherches sur

les ruminants et le mollusque hôte, 300 pages, Thèse Doct. Sci. Vét., Constantine, 2004.

16. – MEKROUD A., BENAKHLA A., VIGNOLES P., RONDELAUD D., DREYFUSS G. : Preliminary studies on the prevalences of natural fasciolosis in cattle, sheep, and the host snail (*Galba truncatula*) in northeastern Algeria. *Parasitol. Res.*, 2004, **92**, 502-505.
17. – OLLERENSHAW C.B. : The ecology of the liver fluke (*Fasciola hepatica*). *Vet. Rec.*, 1959, **71**, 957-963.
18. – OLLERENSHAW C.B. : Some observations on the epidemiology of fascioliasis in relation to the timing of molluscicide applications in the control of the disease. *Vet. Rec.*, 1971, **88**, 152-164.
19. – RONDELAUD D. : Variabilité interpopulationelle de l'infestation fasciolienne chez le mollusque *Lymnaea truncatula* Müller. Influence du contact préalable de la population avec le parasite. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1993, **118**, 185-193.
20. – STAT-ITCF : Manuel d'utilisation, 210 pages, Institut Technique des Céréales et des Fourrages, Service des Études Statistiques, Boigneville, 1988.
21. – VIGNOLES P., DREYFUSS G., RONDELAUD D. : Larval development of *Fasciola hepatica* in experimental infections : variations with populations of *Lymnaea truncatula*. *J. Helminthol.*, 2002, **76**, 179-183.